

Установлено, что пульпа, поступающая на стадию фильтрации, содержит до 1,94 % масс. твердой фазы. Содержание такого количества твердых частиц достаточно для образования осадка, но скорость образования слишком мала. Поэтому для увеличения производительности фильтрации разделение суспензии на влажный осадок и очищенный раствор предлагается осуществлять в две стадии: первую стадию проводить на имеющихся в технологической схеме патронных фильтрах-сгустителях, вторую стадию на фильтр-прессе с горизонтальными плитами КМП. Работа фильтра осуществляется следующим образом: при сжатых плитах суспензия под давлением поступает в нижнюю часть каждой плиты – фильтрующую камеру. Жидкая фаза проходит через ткань (ТЛФ – 5), дренажное основание и через коллектор выводится из фильтра. Твердая фаза, задержанная тканью, предварительно прессуется. После осадок просушивается сжатым воздухом и выгружается при раскрытии фильтр-пресса. Осадок выносится на ткани из межплитного пространства и сбрасывается в точки – бункеры по обе стороны фильтра. Ткань протягивается через камеру регенерации, промывается, фильтр вновь зажимается, и рабочий цикл повторяется. Полученный очищенный раствор сульфата натрия после второй стадии фильтрации направляется вместе с основным потоком на упарку. Выполнены расчеты материальных и тепловых балансов процесса, а также расчет фильтр-пресса.

В результате усовершенствования стадии фильтрации увеличивается степень извлечения сульфата натрия до 94,5 %. Одновременно с этим дополнительно извлекается гидроксид хрома, который предполагается использовать в качестве добавки к хромитовой руде в производстве монокромата натрия.

Технико-экономические расчеты показали, что при внедрении усовершенствования прибыль составит около 2,6 млн руб. в год, условно-годовая экономия – более 250 тыс. рублей с выпуском 28500 тонн сульфата натрия.

Таким образом, предлагаемое решение позволит повысить степень использования сульфата натрия и хрома и сэкономить материальные и финансовые ресурсы предприятия.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ ФОСФОГИПСА С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ ВЯЖУЩЕГО МАТЕРИАЛА

Ашуров О.Т., Баклюк М.В., Гашкова В.И.

УрФУ, E-mail: ashurov.oybek@mail.ru

bmw-888@mail.ru

Работа предприятий по производству минеральных удобрений сопровождается образованием крупнотоннажных отходов, объем которых на территории России достигает сотни миллионов тонн. Отходы занимают значительные площади, оказывая тем самым отрицательное воздействие на окружающую среду. Утилизация крупнотоннажных промышленных отходов – одна из наиболее актуальных экологических проблем России.

Целью данной работы является получение гипсового вяжущего из фосфогипса, взятого из шламохранилища ОАО «Среднеуральский медеплавильный

завод» («СУМЗ») с целью сокращения расхода природного гипсового камня (ПГК) в условиях Свердловского завода гипсовых изделий.

Исследования проводились на образцах фосфогипса, отобранных из разных мест шламохранилища ОАО «СУМЗ». Химическим анализом проводилось определение $P_2O_{5\text{общ}}$, $P_2O_{5\text{водн}}$, $H_2O_{\text{крист}}$, $H_2O_{\text{гигр}}$ в образцах, содержание F было определено на заводе ОАО «СУМЗ». Далее была изучена кинетика измельчения и нейтрализации образцов фосфогипса. В качестве нейтрализатора использовалась гашеная известь. С учетом содержания $P_2O_{5\text{общ}}$ в образцах и ранее изученных процессов нейтрализации фосфогипса гашеной известью, использовалась добавка в количестве 3,0 % масс. и 10,0 % масс. от массы фосфогипса. Измельчение проводилось в шаровой мельнице, где отношение массы материала и шаров равно 1/5. Навеска образцов фосфогипса для измельчения бралась в количестве одного килограмма, и далее каждые через 15 минут отбирались пробы для проведения ситового анализа и для определения содержания $P_2O_{5\text{общ}}$, $P_2O_{5\text{водн}}$, $H_2O_{\text{крист}}$, $H_2O_{\text{гигр}}$ в образцах. Процесс термического разложения образцов фосфогипса проводился на лабораторной установке, имитирующей условия работы варочного котла. Процесс обезвоживания контролировался замером температуры в слое материала через 15 минут посредством термометра, в это время отбирались пробы для анализа на содержание гигроскопической и кристаллизационной воды с целью установления кинетики процесса и определения степени перехода $CuSO_4 \cdot 2H_2O \rightarrow CuSO_4 \cdot 0,5H_2O$. Разложению подвергались предварительно подсушенные, измельченные и нейтрализованные образцы фосфогипса без и с добавлением природного гипсового камня в количестве от 30 до 50 % масс. при разных температурах в термостате. Фосфогипс нагревался до температуры начала обезвоживания в течение 4–5 мин. Температура в слое материала практически не изменялась в течение процесса обезвоживания вследствие интенсивного выделения и испарения кристаллизационной воды.

Экспериментально исследовались три образца фосфогипса, отобранных из разных мест шламохранилища ОАО «СУМЗ», характеристика которых представлена в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика исходных образцов фосфогипса

Наименование	Содержание, % масс.				
	$H_2O_{\text{гигр}}$	$H_2O_{\text{крист}}$	$P_2O_{5\text{общ}}$	$P_2O_{5\text{водн}}$	F
Образец 1	21,96	18,91	0,40	0,11	1,50
Образец 2	21,24	19,91	0,25	0,09	1,30
Образец 3	21,52	19,96	0,22	0,07	1,00

Из характеристики образцов видно, что все три образца фосфогипса достаточно чистые, т. е. содержание примесей небольшое и, значит, по содержанию сульфата кальция относятся к первому сорту гипсового сырья. Фракционный состав исходных образцов представлен в табл. 2, из характеристики которого видно, что образцы достаточно однородны и представлены в основном частицами до 0,063 мм.

Таблица 2

Фракционный состав исходных образцов фосфогипса

Размер сита, мм	Состав, % масс.						
	+0,063	+0,040	+0,0315	+0,016	+0,0063	+0,005	–0,005
Образец 1	41,42	12,22	4,93	11,64	24,07	4,34	1,38
Образец 2	43,40	9,00	13,60	14,80	16,40	1,60	1,20
Образец 3	47,81	11,75	8,57	17,53	13,74	0,60	0

Исследования кинетики нейтрализации с одновременным измельчением проводились на образце № 1 фосфогипса, добавлением гашеной извести в количестве 10 % масс. Предварительно фосфогипс подсушивался на воздухе практически до полного удаления гигроскопической воды. Результаты эксперимента представлены в табл. 3.

Таблица 3

Химический состав образцов после нейтрализации

Время измельчения, мин.	Содержание, % масс.			
	H ₂ O _{гигр}	H ₂ O _{крист}	P ₂ O ₅ _{общ}	P ₂ O ₅ _{водн}
15	0,074	17,36	0,270	0,05
30	0,065	17,35	0,260	0,04
45	0,073	17,03	0,257	0,04
60	0,060	17,01	0,250	0,04
75	0,060	16,64	0,233	0,04
90	0,060	17,37	0,227	0,04

Анализируя полученные данные, можно сказать, что добавка гашеной извести в таком большом количестве неоправданна. Содержание P₂O₅_{общ} и P₂O₅_{водн} уменьшалось на небольшую величину. Поэтому для нейтрализации образцов была выбрана добавка гашеной извести в количестве 3,0 % масс. Такое количество взято из расчета содержания P₂O₅_{общ} в исходном образце с избытком примерно 2 % масс. свободной извести в нейтрализованном материале. Измельчение образцов необходимо проводить в лабораторных условиях не менее 1,5 часов для получения измельченного материала с остатком на сите 0,016 мм не более 50 % масс. Всего было проведено 11 опытов по термическому разложению и полученные экспериментальные данные представлены в табл. 4.

Таблица 4

Характеристика условий разложения и химический состав полученных продуктов

№ опы- та	Состав	Температура, °С		Время разложения, мин	Содержание, % масс.			
		в тер- мо- стате	разло- жения		H ₂ O гигр	H ₂ O крист	P ₂ O ₅ общ	P ₂ O ₅ водн
1	ФГ ₁	145	126	180	0,010	7,6	0,31	0,18
2	ФГ ₁	160	128	214	0,005	7,11	0,25	0,08
3	70% ФГ ₁ + 30% ГК	160	129	135	0,013	6,24	0,18	0,07
4	50% ФГ ₁ + 50% ГК	180	145	135	0,007	5,72	0,17	0,07
5	ГК	160	131	195	0,008	5,16	0,06	-
6	ФГ ₂	160	145	180	0,005	5,80	0,22	0,07
7	70 % ФГ ₂ + 30 % ГК	160	135	185	0,005	5,26	0,17	0,04
8	70 % ФГ ₂ + 30 % ГК	180	150	130	0,006	6,63	0,16	0,03
9	ФГ ₃	160	150	180	0,032	6,04	0,19	0,05
10	50 % ФГ ₃ + 50 % ГК	160	140	180	0,049	5,96	0,16	0,04
11	ФГ ₁ + 100 г СаО	160	140	165	0,010	7,37	0,015	0,03

Ускорение процесса разложения фосфогипса возможно при введении от 30 до 50 % масс. ПГК. При этом время разложения сократится от 20 до 45 % отн.

Таблица 5

Фракционный состав образцов после термического разложения

№ опыта	Время термического разложения	Содержание, % масс.						
		+0,063	+0,040	+0,0315	+0,016	+0,0063	+0,005	–0,005
1	180	0,61	0,815	1,83	35,64	57,84	2,44	0,815
2	60	0,61	3,46	5,08	60,77	28,46	0,81	0,81
3	180	0,60	5,02	6,63	52,21	33,73	1,20	0,60
4	120	4,46	7,10	7,51	42,19	36,71	1,83	0,20
5	120	2,79	6,19	7,78	46,51	35,13	1,40	0,20
6	120	0,41	1,22	5,69	59,15	32,32	1,02	0,20
7	180	1,20	2,01	2,01	36,75	55,62	2,21	0,20
8	240	1,20	2,80	2,80	35,40	54,80	2,60	0,80
9	120	0,20	0,80	0,60	63,80	29,00	1,40	3,40
10	120	1,20	3,20	3,00	62,40	26,80	1,00	2,20
11	120	1,40	2,00	2,60	44,40	45,40	2,20	2,00

Анализ фракционного состава (табл. 5), позволяет сделать вывод, что фракционный состав влияет на время обезвоживания указанных образцов. Время обезвоживания уменьшается с повышением мелких фракций (–0,016). Исходя из этого, можно сказать что, измельчение более 90 мин. в лабораторных условиях не имеет смысла.

Результаты термического разложения показали, что процесс следует вести при 160 °С измельченных и нейтрализованных образцов фосфогипса, с добавлением природного гипсового камня в количестве до 30 % масс, что позволит заменить до 70 % дорогостоящего ПГК.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЗАМЕНЫ ПРИРОДНОГО ГИПСА ФОСФОГИПСОМ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ВЯЖУЩЕГО

Баклюк М.В., Ашуров О.Т. Гашикова В.И.

УрФУ, E-mail: bmw-888@mail.ru

ashurov.oybek@mail.ru

Удовлетворение потребности в природном гипсовом сырье в Свердловской области происходит за счет Пермской и других областей. Транспортировка гипсового камня на расстояние 400 и более км приводит почти к двукратному удорожанию сырья. В настоящее время «Свердловский завод гипсовых изделий» испытывает необходимость замены дорогостоящего природного гипсового сырья на более дешевое, с целью улучшения экономической эффективности и конкурентоспособности продукции. Эта замена возможна при использовании фосфогипса из шламохранилища промышленного предприятия ОАО